

ESTIMACIÓN DE DOSIS GLANDULAR MEDIA Y CALIDAD MAMOGRAFICA EN SAN LUIS

Olguin, O.R.^{1,2} y Mugetti, P.D.^{1,2}

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales U.N.S.L

²Radiofísica Sanitaria Ministerio de Salud de la Provincia de San Luis

RESUMEN

El principio ALARA (as low as reasonably achievable), de optimización de la protección radiológica indica que es preciso lograr imágenes de alta calidad con dosis tan bajas como razonablemente sea posible.

La mamografía se ha consolidado como la técnica más efectiva para la detección temprana del cáncer de mama. La efectividad del diagnóstico del mismo depende de la obtención de mamografías de alta calidad. El requisito fundamental es que las mamografías contengan suficiente información diagnóstica, es decir, se necesita hacer visibles en la imagen detalles tan sutiles dentro de la arquitectura de la mama que obliga a potencializar el contraste y la resolución. Para lograr estos objetivos, se debe inevitablemente administrar más dosis de radiación.

Debido a esta situación planteada, con el objeto de conocer, informar y modificar (si fuese necesario) el estado de los equipos mamográficos que existen en todo el territorio provincial, se realizaron evaluaciones utilizando un protocolo de calidad, para ayudar a garantizar a los pacientes un estudio de calidad justificando la dosis de radiación recibida. En este trabajo se evaluaron 2 (dos) indicadores globales de la calidad diagnóstica, a saber, la Dosis Glandular Media (DGM) y la imagen de un fantoma.

Para estimar el Kerma en aire (ESAK) y la dosis en superficie de entrada (ESD), y con esto calcular la dosis absorbida por el tejido glandular (Dosis Glandular Media) se utilizó el equipo de control de calidad en radiodiagnóstico, marca KEYTHLEY (Modelo 10100 A, para la determinación de la calidad de imagen se empleó el fantoma de acreditación de la ACR.

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer es un problema de salud mundial. Las enfermedades neoplásicas aparecen entre las más importantes causales de discapacidad y muerte en el mundo.

El cáncer de mama es el tumor más frecuente en la mujer y es una de las principales causas de mortalidad por cáncer en la mujer adulta. En Argentina todos los años mueren aproximadamente 5.400 mujeres (MSAL 2009) y se estima que se diagnostican alrededor de 17.000 casos nuevos (Ferlay et al. 2010).

Los datos de mortalidad en nuestro país se obtienen, exclusivamente, a partir del análisis de los certificados de defunción realizados por la Dirección de Estadísticas e Información en Salud (DEIS). El registro de la DEIS incluyó más de 26.600 muertes femeninas adjudicadas al cáncer, de las cuales el 7,2% corresponden a neoplasias “mal definidas”.

En relación a la mortalidad en general, los tumores malignos ocupan la segunda causa de muerte, en mujeres. Asimismo, la tasa de mortalidad por cáncer de mama es similar a la de enfermedades altamente prevalentes como diabetes o causas externas (MSAL 2009). Al analizar la distribución de los sitios tumorales más frecuentes en mujeres, observamos que el cáncer de mama ocupa el primer lugar, lo que representa el 20,3% de las muertes por tumores malignos.

En la provincia de San Luis la situación no difiere mucho de la realidad nacional, siendo la 2^{da} causa de mortalidad general de acuerdo a la Clasificación Internacional de Enfermedades - 10^a Revisión - Año 2011 (Datos publicados por el Departamento Bioestadística – Ministerio de Salud – Provincia de San Luis); abarcando el 23% de las muertes por tumores malignos.

La distribución de estas defunciones por Departamento de la Provincia y por Grupo Etario se muestra en las figuras 1 y 2 respectivamente.

Porcentaje de defunciones por tumores malignos por departamento año 2011

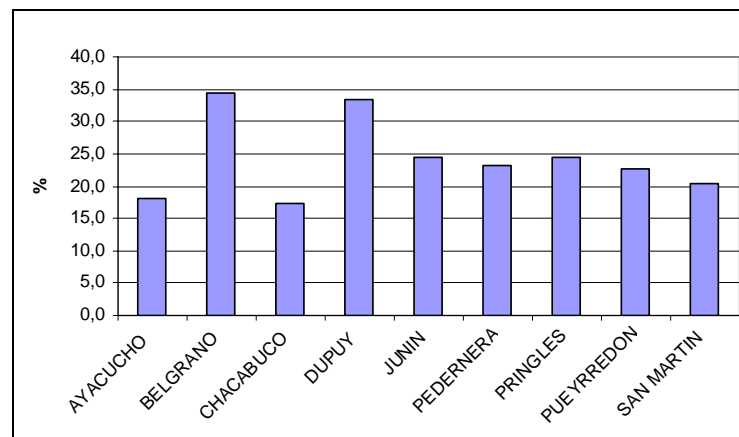


Fig. 1

Porcentaje de defunciones por tumores malignos por grupo etario

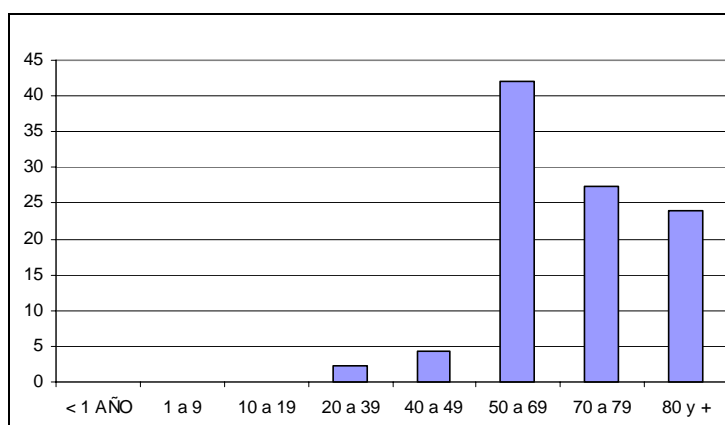


Fig. 2

1.1. Justificación

Actualmente y ante la evidencia de la eficacia del tratamiento temprano los esfuerzos se dirigen fundamentalmente a establecer un diagnóstico lo más precozmente posible ya que la supervivencia está muy ligada al estadio en que se encuentra la enfermedad cuando es diagnosticada. Esto permite al médico ofrecer a la mujer un tratamiento eficaz y reducir las posibilidades de tratamientos mutilantes y/o paliativos.

La mamografía se ha consolidado como la técnica más efectiva para la detección temprana del cáncer de mama. La efectividad del diagnóstico del mismo depende de la obtención de mamografías de alta calidad.

El uso de la técnica mamográfica para la detección precoz del cáncer de mama implica, necesariamente, al hacer uso de las radiaciones ionizantes, la administración de una cierta dosis de radiación. El uso de estas radiaciones ionizantes, puede, por otra parte inducir el cáncer de mama a los individuos examinados. En experiencias de investigación se ha constatado la inducción de tumores mamarios en ratones expuestos a radiación. Estudios epidemiológicos sobre mujeres expuestas por razones médicas, así como los estudios realizados sobre los supervivientes de la bomba atómica de Hiroshima, constatan la inducción de cáncer de mama como consecuencia de la exposición a radiaciones ionizantes.

La justificación de las exploraciones mamográficas parte de la obtención de un beneficio neto positivo, de manera que el riesgo asociado a la exploración sea superado ampliamente por los beneficios derivados de un diagnóstico certero. Para ello se hace necesario asegurar que se dan las condiciones para lograr el correcto diagnóstico. Un requisito es que las mamografías contengan *suficiente información diagnóstica para que sea posible detectar cánceres de mama usando una dosis de radiación tan baja como sea razonablemente posible. Esto debe ser exigible a todas y cada una de las mamografías realizadas.*

Por consiguiente, la mamografía resulta ser una de las técnicas radiográficas más exigentes en la actualidad pues, se necesita hacer visibles en la imagen detalles tan sutiles dentro de la arquitectura de la mama que obliga a potencializar el contraste y la resolución. Los signos mamográficos del cáncer de mama en los estadios iniciales no son muy específicos y en la mayoría de los casos, consisten en grupos de microcalcificaciones inferiores a 0,2 mm y masas con diámetros inferiores a 10 mm.

Dentro de la mama el tejido glandular y las masas tumorales atenúan los rayos X de manera similar, por lo tanto para lograr su diferenciación se deben utilizar espectros de rayos X con energías muy bajas para maximizar el efecto fotoeléctrico aunque la composición física y química de las microcalcificaciones es muy diferente al tejido glandular, pero por ser tan pequeñas, la resolución del equipo debe ser excelente para que sean visibles. Para lograr los objetivos de aumentar el contraste y la resolución se debe inevitablemente administrar más dosis de radiación.

Aunque nuestra provincia no tiene, hasta el presente, un programa provincial de tamizaje, cribado o screening del cáncer de mama, muchos médicos incluyen la rutina de las mamografías en sus pacientes asintomáticas, práctica que debe ser mayor en la consulta privada que en la consulta hospitalaria pública. Por lo tanto, es de una relevancia urgente que el equipo mamográfico que se utilice, garantice imágenes excelentes sin detrimento radiológico debidas a las dosis recibidas por las pacientes.

Podemos afirmar con seguridad que en nuestra provincia los centros de mamografía no mantienen programas de control de calidad como lo establecen organismos internacionales. Debido a esta situación para conocer el estado actual de los mamógrafos, evaluamos 2 (dos) indicadores globales de la calidad diagnóstica, a saber, la Dosis Glandular Media (DGM) y la imagen de un fantoma. Este estudio caracteriza la exposición médica de las pacientes en los servicios y permite ser un indicador integral del sistema de garantía de calidad.

Para estimar la dosis promedio en tejido glandular es necesario medir el espesor de la mama bajo compresión y el valor de la capa hemireductora del generador de radiaciones ionizantes.

A pesar de todo, los valores de dosis en tejido glandular que se obtienen a partir de las medidas sobre pacientes son aproximados, ya que se considera que todas las mamas tienen la misma composición promedio (50% de tejido graso y 50% de tejido fibroglandular), lo cual no es real ya que puede variar mucho de una paciente a otra.

El uso de fantasmas como elementos capaces de ofrecer un índice de calidad de imagen es una técnica empleada en las instalaciones de radiodiagnóstico mamográfico desde el inicio de la aplicación de las radiaciones ionizantes al diagnóstico del cáncer mamario. Esta prueba permite evaluar la calidad de la imagen de los mamógrafos en el tiempo, como un indicador global del desempeño del servicio o clínica, la visualización de los diferentes objetos que contiene el maniquí o fantoma permite identificar hasta donde es posible visualizar en la imagen diagnóstica. No obstante, la evaluación de las imágenes obtenidas de estos fantasmas siempre ha sido engorrosa; la evaluación debe ser realizada por un “radiólogo experto”.

2.2 Materiales y métodos

2.2.1 Dosis Glandular Media (DGM)

El objetivo de esta prueba fue estimar la dosis glandular promedio (mGy) para un maniquí que representa a una mama estándar.

Se utilizó, para este cometido, un equipo de control de calidad en radiodiagnóstico, marca KEYTHLEY (Modelo 10100 A); perteneciente al área de Física Médica del Departamento de Física de la Universidad Nacional de San Luis, el cual cuenta con un dosímetro marca INNOVISION (con una cámara de ionización para haz de mamografía con una exactitud $\pm 5\%$ y una repetibilidad $\pm 5\%$) y filtros de aluminio (de 0,1 mm hiperpuros al 99.9%).

El maniquí de imagen a utilizar, fue donado al proyecto por el Ing. Jorge J. SVARKA, Asesor en Radiaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). El mismo es marca GAMMEX RMI (Modelo 152D) con 42 mm de espesor, equivalente a una mama comprimida de 45 mm y composición promedio 50% tejido graso y 50% tejido glandular.

Los métodos utilizados fueron los recomendados por la Guía de Delineamientos Básicos en el Control de Calidad en Mamografía - Bases para un Programa de Garantía de Calidad, (Resolución Ministerial N° 233-01 (MSAL)), el protocolo del American College of Radiology (ACR) y el protocolo del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

El valor del Espesor Hemi – Reductor (EHR) (HVL sigla en inglés) para cada mamógrafo al igual que el algoritmo de cálculo de la Dosis Glandular Media, se obtuvieron utilizando los protocolos reconocidos internacionalmente.

2.2.2 Evaluación de la calidad de la imagen (maniquí)

Esta prueba permitió evaluar la calidad de la imagen de los mamógrafos inspeccionados puntualmente en el tiempo, como un indicador global del desempeño del servicio o clínica. El número de objetos diferentes visualizados, que contiene el maniquí, es un indicio de lo que es posible visualizar en la imagen diagnóstica.

Para esta prueba se utilizó el maniquí de acreditación del ACR detallado anteriormente. Este contiene los siguientes objetos: 6 fibras con diámetros de 1.56, 1.12, 0.89, 0.75, 0.54 y 0.40 mm; 5 grupos de microcalcificaciones con diámetros de 0.54, 0.40, 0.32, 0.24 y 0.16 mm y 5 masas con diámetros de 2.00, 1.00, 0.75, 0.5 y 0.25 mm.

Criterio de Calidad: Las tolerancias para la evaluación de los objetos dentro del maniquí establecen que debe visualizarse como mínimo 4 fibrillas, 3 microcalcificaciones y 3 nódulos. (Fig. 3)

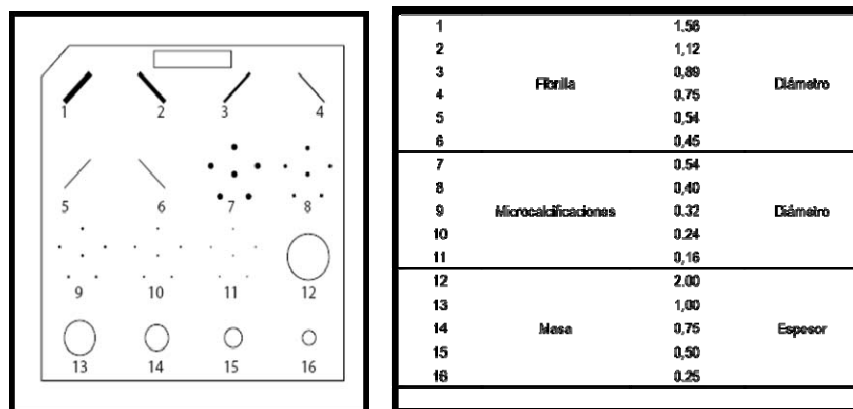


Fig. 3

Para el análisis de las imágenes se utilizó una lupa en un único negatoscopio utilizado clínicamente en cada servicio, al mismo se le colocó una máscara opaca en el área que no estuvo ocupada por la película, y con una iluminación ambiental tenue de la sala de lectura. La metodología para la obtención de la imagen, así como, el método para la evaluación de la misma del maniquí fue la definida en los protocolos antes mencionados.

2.2.4 Evaluación e informe de los parámetros físicos del equipo

Después de cada evaluación realizada, se le entregó al centro un informe con el análisis de las medidas obtenidas de cada uno de los parámetros físicos examinados. Dicho informe, además, constaba de una conclusión en la que se detallaban los parámetros fuera del límite de tolerancia y se sugería un modo de corrección de los mismos.

CENTROS CON EQUIPOS MAMOGRÁFICOS:

La provincia de San Luis consta de 16 mamógrafos, distribuidos de la siguiente manera:

1-Centro 1 (San Luis)

Equipo: Siemens, modelo: mammomat C3

2- Centro 2 (San Luis)

Equipo: Generation Electric, modelo: senographe DRM (digitalizado)

3- Centro 3 (San Luis)

Equipo: General Electric, modelo: 800T (digitalizado)

4- Centro 4 (San Luis)

Equipo: RAY –CORD, modelo: M3000 (digitalizado)

5- Centro 5 (San Luis)

Equipo: General Electric, modelo: 800T

6- Centro 6 (San Luis)

Equipo: Siemens, modelo: mammomat C3

7- Centro 7 (San Luis)

Equipo: Mamograf HF (digital directo)

8- Centro 8 (San Luis)

Equipo: General Electric, modelo: senographe DRM (digitalizado).

9- Centro 9 (San Luis)

Equipo: General Electric, modelo: senographe DRM

10- Centro 10 (Villa Mercedes)

Equipo: General Electric, modelo: 600T (Digitalizado)

11- Centro 11 (Villa Mercedes)

Equipo: General Electric, modelo: 600T

12- Centro 12 (Merlo)
Equipo: General Electric, modelo: 700T

13- Centro 13 (Merlo)
Equipo: GBA (Gran Buenos Aires Rx)

14- Centro 14 (Villa Mercedes)
Equipo: General Electric, modelo: 600T

15- Centro 15 (Villa Mercedes)
Equipo: CGR

16- Centro 16 (Justo Daract)
Equipo: Roudergue Mamovit.

2.4 Resultados

Todos los centros, exceptuando el centro 14, fueron evaluados dos veces, la primera se realizó en el segundo semestre del año 2013 y la última en marzo de 2014.

Como consecuencia de la primera evaluación se elaboró un informe detallado de los parámetros físicos medidos, especificando taxativamente los cuales de ellos se encontraban fuera de los límites permitidos, los cuales debían ser corregidos por el personal técnico especializado que efectúa el mantenimiento preventivo y/o correctivo en cada una de las instalaciones diagnósticas.

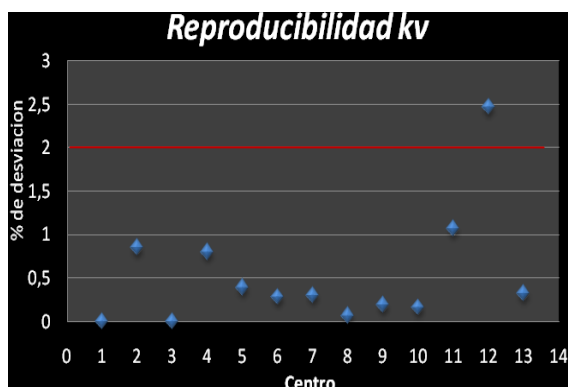
Un criterio análogo se utilizó para la calidad de la imagen obtenida del fantoma, especificando el profesional médico especialista en diagnóstico por imagen de cada centro, si el número de fibrillas, microcalcificaciones y nódulos visualizados coincidía con el límite establecido a priori (4 fibrillas, 3 microcalcificaciones y 3 nódulos).

En esta primera ronda solo los equipos correspondientes a los centros 15 y 16, no reunieron las condiciones enunciadas en el párrafo anterior concluyéndose que ambos debían de abstenerse de realizar estudios mamográficos, como consecuencia de la escasísima calidad en la imagen que brindaban, siendo la misma insuficiente para justificar la dosis de radiación suministrada al paciente.

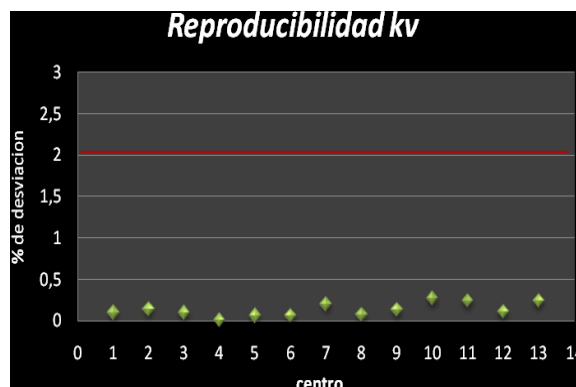
La segunda evaluación, se efectuó para corroborar si se había dado cumplimiento a lo solicitado en el 1er informe.

En los siguientes graficas se realizara una comparación de ambas evaluaciones por parámetro medido, utilizando el número de referencia designado a cada centro anteriormente.

Reproducibilidad en el Kv (Fig. 4)



2013

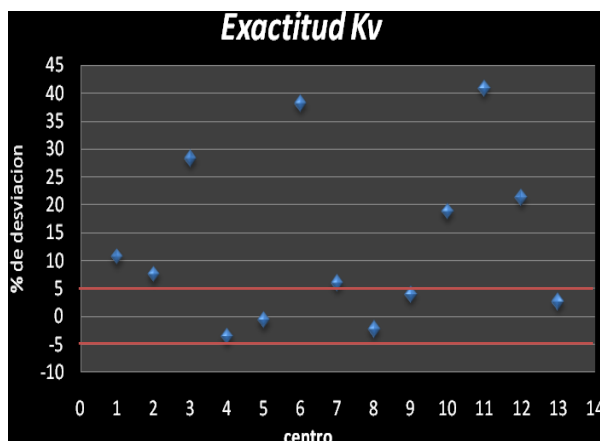


2014

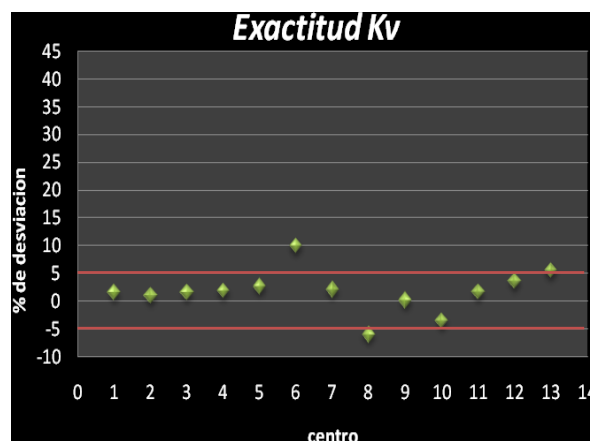
Fig. 4

En estas gráficas se puede observar claramente la mejora ostensible de la reproducibilidad del Kilovoltage de los equipo mamográfico (principalmente en lo que respecta al Centro N° 12). Estando todos actualmente por debajo del 0,5% de desviación.

Exactitud en el Kv (Fig. 5)



2013



2014

Fig. 5

La mejora en la reproducibilidad del Kilovoltage de los equipo mamográfico es una consecuencia directa de la exactitud obtenida en el Kilovoltage (principalmente en lo que se refiere a los Centros N° 3, 6 10, 11 y 12).

Exactitud en el tiempo (Fig. 6)

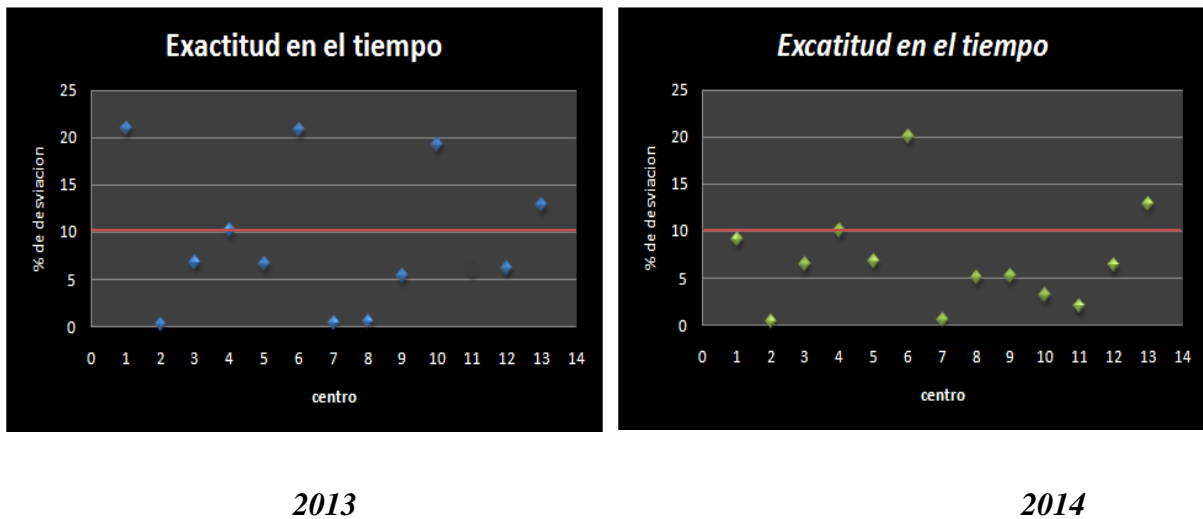


Fig. 6

*Observación: el valor del centro 11 de la tabla del 2013 es 616%, se quitó de la tabla para su mejor interpretación.

La sensible disminución en el porcentaje de desviación en la exactitud del tiempo se pone de manifiesto en la fig. 7, y donde se puede observar que en la segunda evaluación la mayoría de los Centros se encuentran por debajo o en el límite de la tolerancia admitida. Este parámetro es extremadamente dificultoso obtenerlo con un método No invasivo, y sólo se puede conocer a través de los datos emitidos por el fabricante, los que en varios casos no se encuentran disponibles.

Reproducibilidad en el tiempo (Fig. 7)

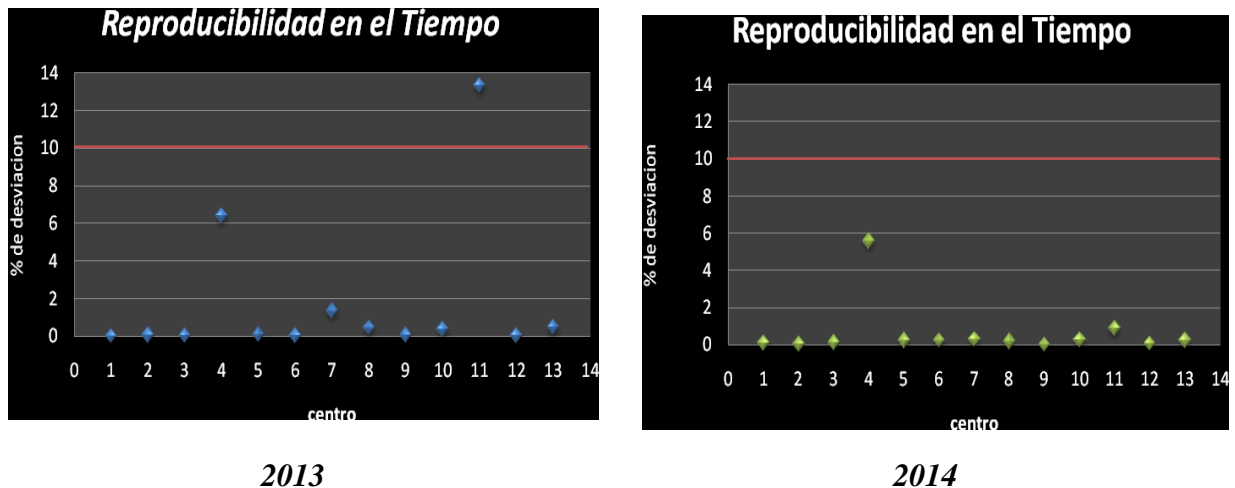


Fig7

En lo que se refiere a la reproducibilidad en el tiempo, todos los equipos están por debajo del 1% de desviación a solo excepción del Centro N° 4 que se encuentra próximo al 6%.

El valor de la capa hemirreductora (HVL) (definido como el espesor de material necesario para reducir la intensidad de la radiación incidente a la mitad), es una medida que comprueba

si hay filtración suficiente como para eliminar la radiación dañina de baja energía del haz de rayos X.

En la primera evaluación del año 2013, cuatro de los centros (2, 6, 10, 11) sus medidas se encontraban fuera de rango, situación esta que fue sensiblemente mejorada en la evaluación de marzo 2014.

Exposición (Fig. 8)

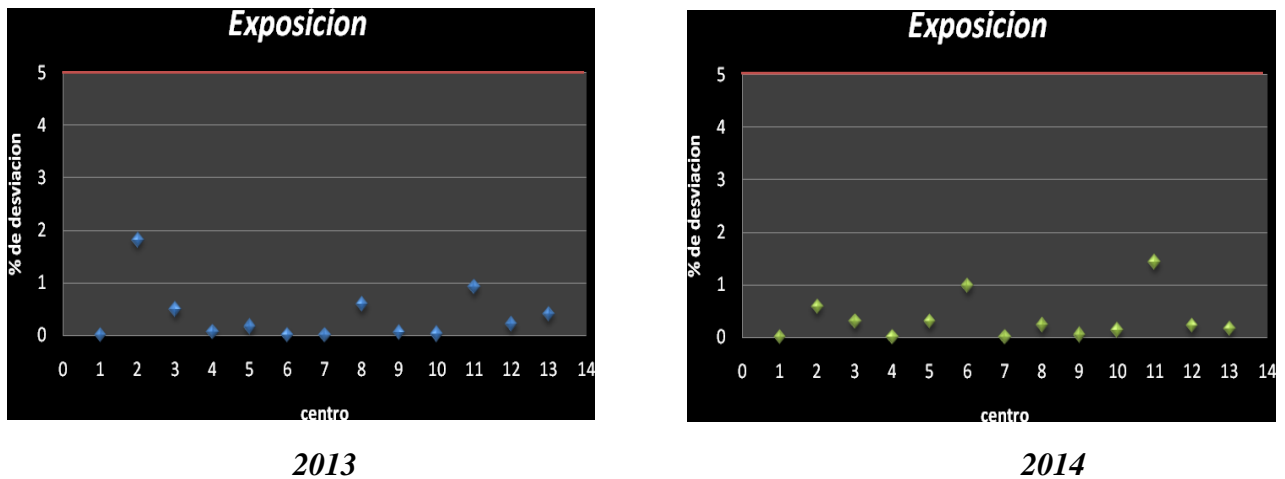


Fig. 8

La fig. 9 muestra las desviaciones obtenidas en los valores de la exposición, en ella se puede observar que todos los Centros se encuentran dentro de las tolerancias admitidas.

Dosis en piel (Fig. 9)

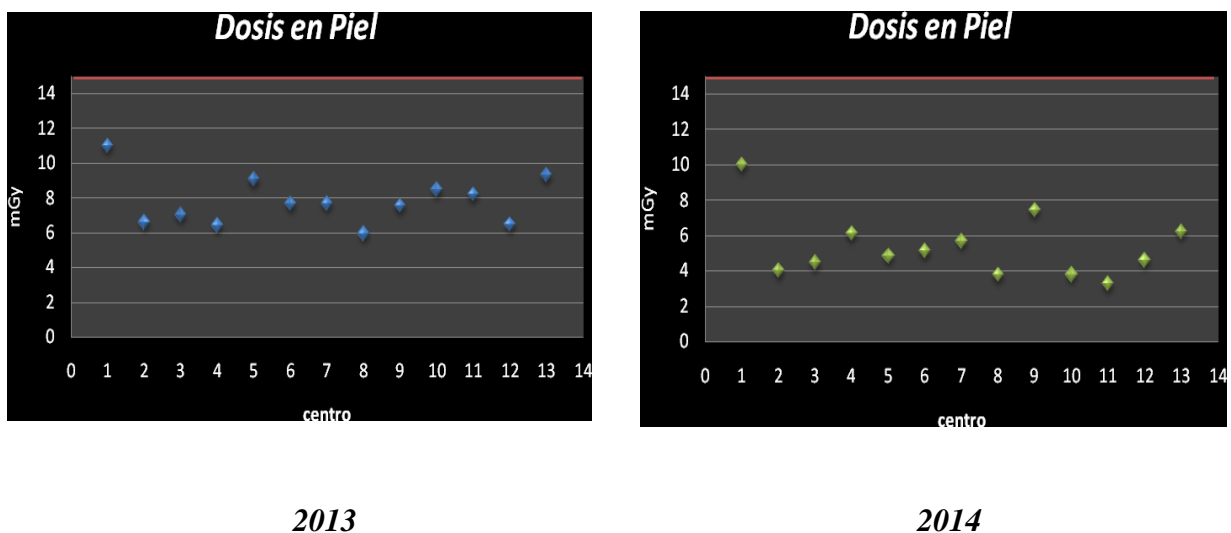
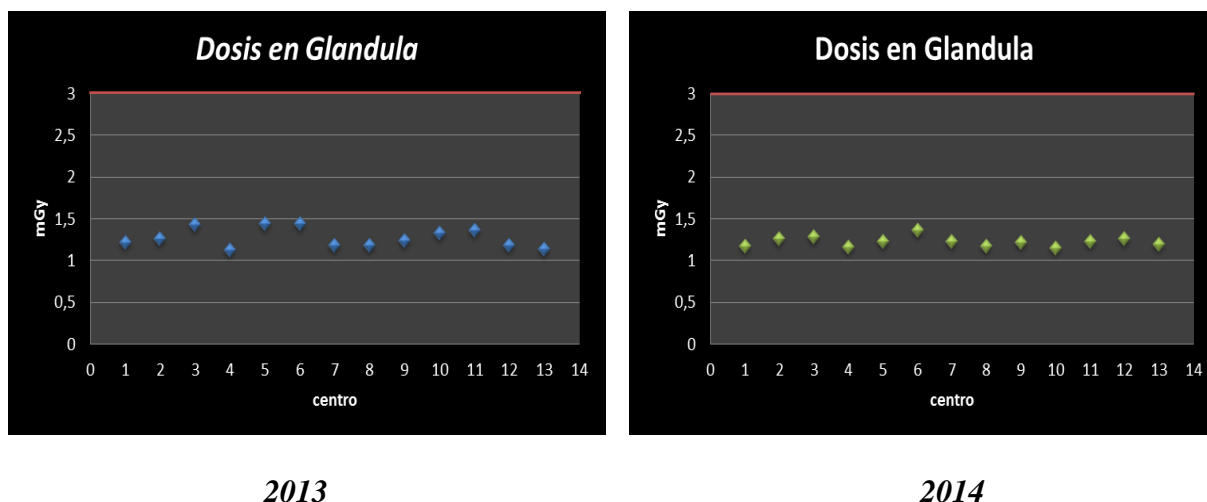


Fig. 9

La Dosis en Piel o lo que es lo mismo la Dosis en la Superficie de Entrada es un indicador de la presencia en el haz de radiación de fotones de baja energía, es por ello que si se corrige el potencial del tubo del mamógrafo, la dosis en piel se reduce, tal como lo indica la fig.10.

Dosis en glándula (Fig. 10)



2013

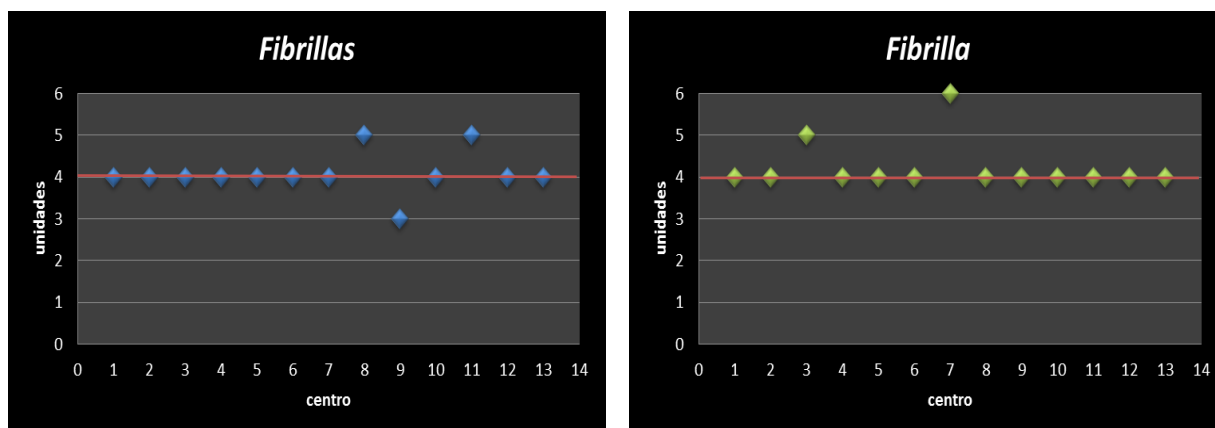
2014

Fig. 10

La dosis en Glándula Mamaria tiene más que ver con la dosis entregada en profundidad y esta no se ve casi afectada por la mejora en el kilovoltage de los equipos, al cual queda plasmado en la fig. 11. De todas maneras esta Dosis se encuentra en el orden de los 1,25 mGy promedio, bastante por debajo del límite aceptado internacionalmente de 3 mGy.

En lo que respecta a la evaluación de la calidad de la imagen mamográfica la comparación que se encontró se muestra en las gráficas siguientes:

Visualización de fibrilla (Fig. 11)



2013

2014

Fig. 11

La fig. 12 muestra que en todos los Centros el especialista en diagnóstico médico visualiza el número de fibrillas considerado como aceptable e incluso en algunos Centros (N° 3 y N° 7) lo superan a este valor límite, mejorando su calidad de detección. Cabe destacar que estos 2 Centros cuentan con equipo digitalizado y digital directo, respectivamente.

Visualización de nódulo (Fig. 12)

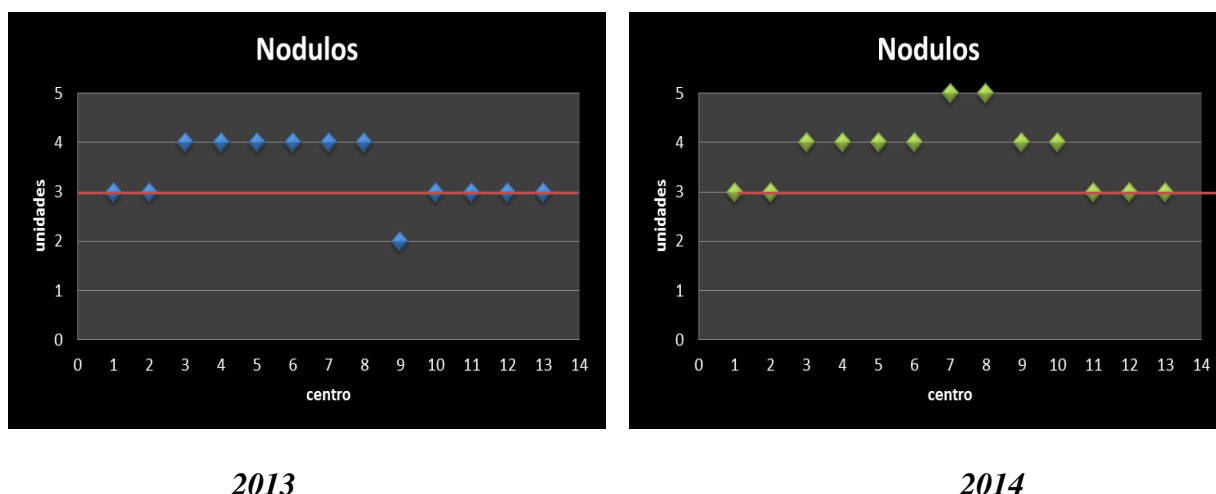


Fig. 12

La visualización de Nódulos (fig. 13) es óptima en todos los Centros y varios de ellos (60%) la superan, incluso dos de ellos lo rebasan ampliamente (Centros N° 7 y N° 8).

Visualización de microcalcificaciones (Fig. 13)

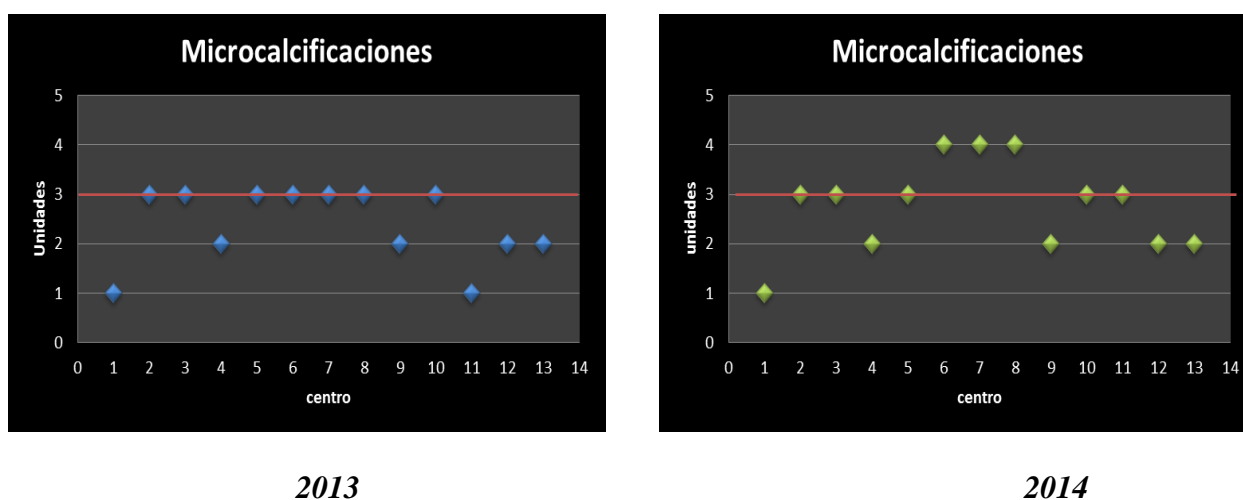


Fig. 13

En las visualizaciones de microcalcificaciones es donde debemos hacer más hincapié, ya que en la actualidad sólo cuatro Centros han mejorado sus resultados, no obstante así, ha existido un progreso importante en este parámetro, comparando las dos evaluaciones efectuadas en cada uno de ellos.

En la comparación de las graficas anteriores, podemos observar que los ajustes realizados en los equipos tuvo una correlación directa con la dosis en piel, la dosis en glándula mamaria y en la calidad de imagen, cabe destacar que todos los Centros mejoraron o mantuvieron los valores de los parámetros físicos, pero en ninguno se observó un retroceso.

Todas las gráficas anteriores las podemos resumir globalmente en tres (fig. 14, 15 y 16), que muestran el porcentaje de disminución de la dosis en piel, dosis en glándula mamaria y el incremento en la calidad de imagen:

Dosis en piel (Fig. 14)

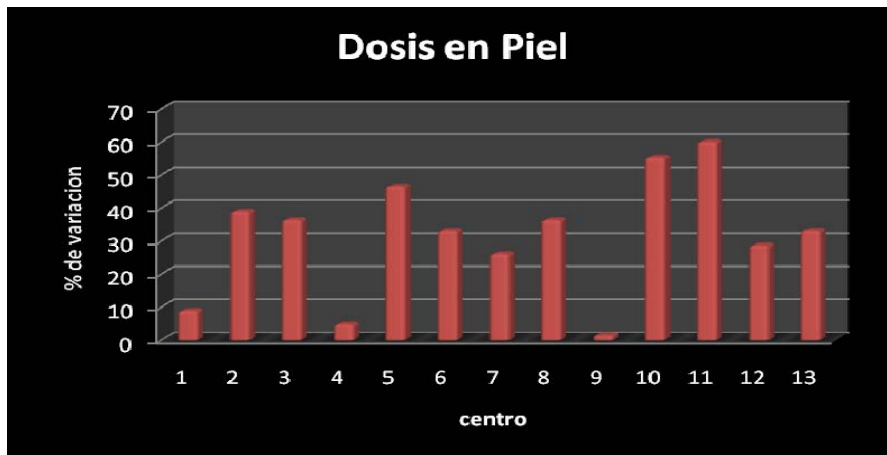


Fig. 14

Dosis en glándula (Fig. 15)

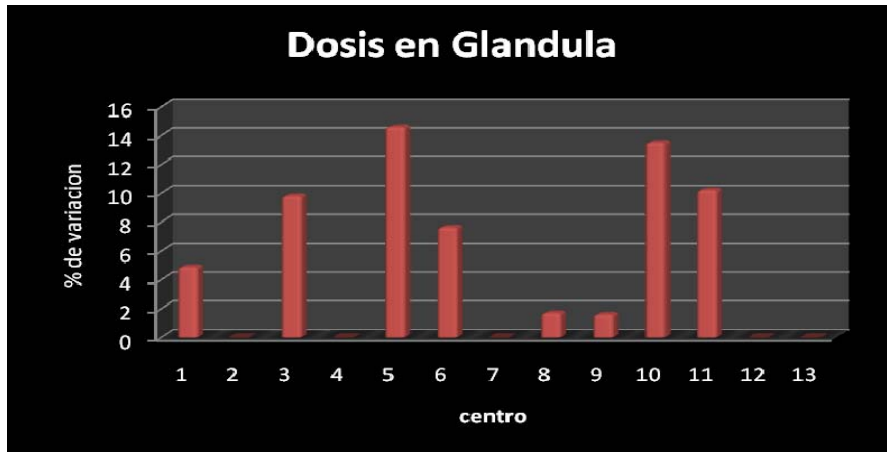


Fig. 15

Calidad de imagen (Fig. 16)



Fig. 17

3. CONCLUSIONES

En vista de los resultados, podemos observar que los centros que brindan servicio mamográfico han registrado un marcado progreso en la calidad del estudio que ofrecen; esto impactará directamente en beneficio de la comunidad que utiliza dichos servicios. Primeramente debido a que la mejoría en la calidad de imagen contribuirá a un diagnóstico más eficaz y certero, permitiendo la detección precoz de cualquier anomalía, que pueda desencadenar en un futuro cáncer de mama.

Y segundo porque, se ha disminuido la administración de dosis de radiación innecesaria, y por ende el riesgo inherente asociado al uso de radiación ionizante.

De esta manera se contribuye a dar cumplimiento con los pilares fundamentales en que se basa la radioprotección:

- ✓ **Justificación:** Toda actividad que implique radiación ionizante debe producir el suficiente beneficio al individuo para compensar el perjuicio debido a la exploración a la radiación.
- ✓ **Optimización:** La dosis impartida deberá ser tan baja como sea razonablemente posible (ALARA, as low as reasonably achievable)
- ✓ **Limitación:** La dosis equivalente recibida por el individuo debe mantenerse dentro de los niveles recomendados.

Con esto queda demostrado una vez más la importancia que adquiere el mantenimiento en el tiempo de un programa de control de calidad en mamografía, dado que esto contribuye a garantizar a los pacientes un estudio de calidad justificando la dosis de radiación recibida.

4. REFERENCIAS

1. Control de Calidad en Mamografía: Protocolo elaborado en el marco de dos proyectos regionales ARCAL/OIEA. IAEA-TECDOC-1517 (2006)
2. BOIMVASER, Lía., “FANTOMA MAMOGRÁFICO DE ACREDITACIÓN”, Tesis licenciatura en bio-ingeniería, Universidad del litoral Entre Ríos, abril 2007.
3. “GUÍA TÉCNICA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE EQUIPOS MAMOGRÁFICOS”, CCEM GT-8, Proyecto, 17 de marzo de 1997.
4. CONTROL DE CALIDAD EN MAMOGRAFIA GUIA PRACTICA 2000, Documentos públicos de salud pública serie C N°8, Xunta de Galicia, Consellería de Sanidade e Servizos Sociais. Dirección Xeral de Saúde Pública. Edición 2000
5. “Instituto Nacional del cáncer”, Ministerio de salud de la presidencia de la Nación <http://www.msal.gov.ar/inc/index.php/programas/programa-nacional-de-cancer-de-mama>